

1

الدرس الأول :

RNA وتخليق البروتين

- مفاتيح حل الأسئلة
- امتحان على الدرس

2

الدرس الثاني :

التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية)

- مفاتيح حل الأسئلة
- امتحان على الدرس

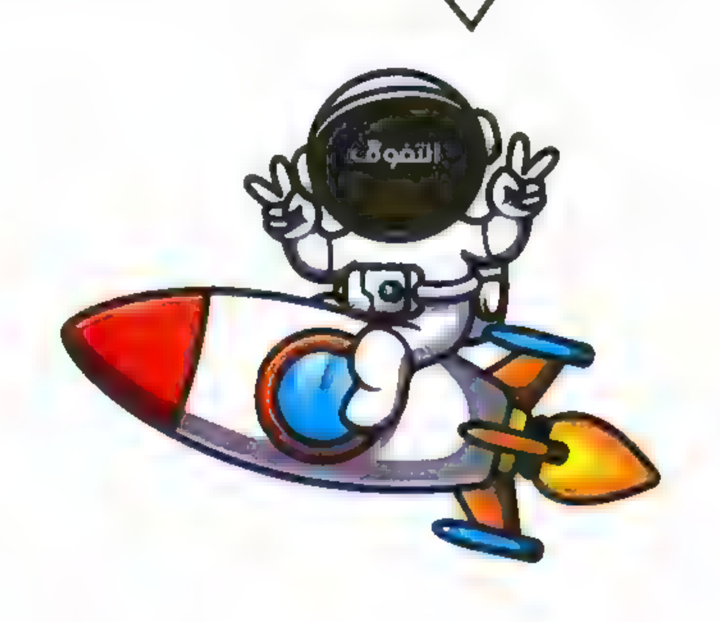
3

امتحان شامل

- على الباب الثاني



امسح لمشاهدة فيديوهات الحل





مقارنة بين البروتينات التركيبية والتنظيمية

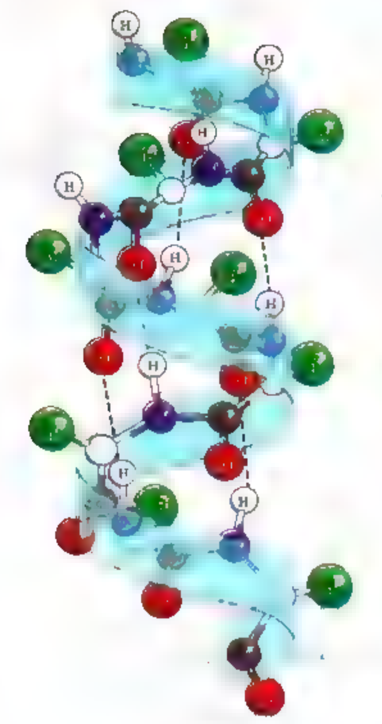
	البروتينات التركيبية	البروتينات التنظيمية
المفهوم	تدخل في تراكيب محددة في خلايا الكائن الحي.	تنظم العمليات الحيوية التي تتعلق بالنشاط البيولوجي لخلايا الكائن الحي.
الأمثلة	• **الكولاجين:** يدخل في تركيب الأنسجة الضامة التي تربط مكونات الجسم ببعضها، مثل: (العظام ، الأربطة ، الأوتار ، الغضاريف والأغشية المحيطة بالعقد الليمفاوية والغدة الدرقية والخصيتين). • **الكيراتين:** يدخل في تكوين الأغطية الواقية كالجلد والشعر والريش والحوافر والقرون. • **الأكتين والميوسين:** يدخل في تركيب العضلات الهيكلية والقلبية وبعض أعضاء الحركة في الكائنات البدائية كالأميبا. • **البروتينات المستونية وغير المستونية التركيبية** التي تشارك في تكثيف DNA.	• **الإنزيمات:** تعمل كعوامل حفز بيولوجية تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية التي تتم في خلايا الكائنات الحية باستخدام طاقة أقل مثل إنزيمات العصارة الهاضمة. • **الهرمونات:** تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة التي تطرأ في بيئته الداخلية والخارجية مثل هرموني الكالسيتونين والباراثورمون اللذين يضبطان مستوى الكالسيوم في الدم. • **الأجسام المضادة:** تكسب الجسم المناعة ضد الأجسام الغريبة كالبكتيريا. • **البروتينات غير المستونية التنظيمية** التي تحدد ما إذا كانت شفرة DNA ستستخدم في بناء RNA وبروتينات أم لا.

شواذ القاعدة

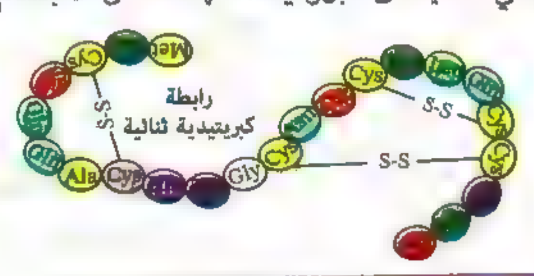
• ليست كل الإنزيمات بروتينية التركيب فبعض الإنزيمات الموجودة في الريبوسوم تتكون من RNA وليس من أحماض أمينية وتساعد هذه الإنزيمات في عملية تصنيع البروتينات في مختلف خلايا الجسم.

• ليست كل الهرمونات بروتينية التركيب فبعض الهرمونات تتكون من مواد دهنية (إستيرويدات) مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية والهرمونات الجنسية.

أنواع الروابط الكيميائية الموجودة في تركيب البروتينات



- روابط تساهمية بين الذرات وبعضها.
- روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها.
- روابط هيدروجينية بين سلاسل عديدات الببتيد وبعضها البعض عندما تقع ذرة الهيدروجين بين ذرتين أعلى منها في السالبية الكهربية مثل (F,O,N) والمسئولة عن إكساب البروتين شكله الفراغي المميز
- روابط كبريتيدية ثنائية بين أحماض أمينية معينة مثل الحمض الأميني سيستين Cysteine وتوجد هذه الروابط في العديد من البروتينات الهامة، مثل الأجسام المضادة.

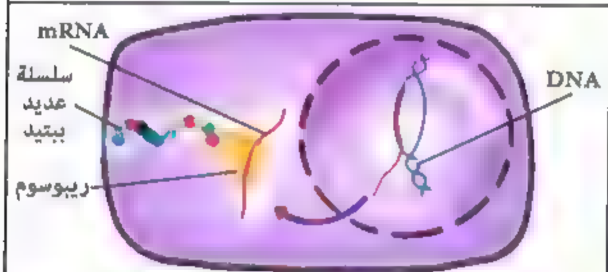




مقارنة بين عملية التضاعف وعملية النسخ

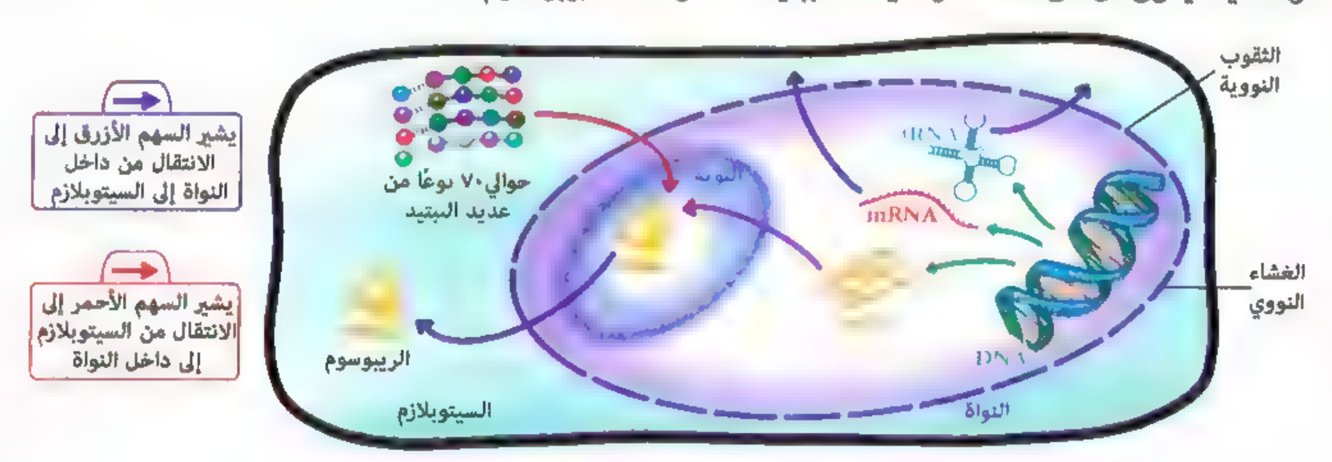
	عملية التضاعف	عملية النسخ
وجه الشبه	- تبدأ كل منهما بانفصال شريطي اللولب المزدوج عن بعضهما. - كلاهما تتم بمساعدة إنزيمات البلمرة التي تعمل في اتجاه واحد فقط ('3 ← '5). - يتم فيهما إضافة نيوكليوتيدات جديدة الواحدة تلو الأخرى على الشريط النامي.	
كمية DNA	لا تقف عملية تضاعف DNA إلا بعد نسخ كل DNA الموجود في الخلية.	نسخ RNA الرسول يتم من خلال نسخ جزء فقط من DNA الذي يحمل الجين.
الإنزيمات المستخدمة	يستخدم في هذه العملية إنزيم بلمرة DNA وإنزيم اللولب وإنزيمات الربط.	يستخدم في هذه العملية إنزيم بلمرة RNA ولا تحتاج إنزيمات الربط.
الشريط المستخدم	يعمل كل من شريطي DNA كقالب لبناء شريط آخر يتكامل معه.	أحد أشرطة DNA فقط والذي يكون في الاتجاه ('5 ← '3) يعمل كقالب لبناء mRNA.
النيوكليوتيدات المستخدمة	• نيوكليوتيدة DNA تحتوي على سكر خماسي الكربون منزوع الأوكسجين. • يدخل في تكوينها قاعدة الثايمين ولا يدخل في تكوينها قاعدة اليوراسيل.	• ريبونيوكليوتيدة تحتوي على سكر خماسي الكربون. • يدخل في تكوينها قاعدة اليوراسيل ولا يدخل في تكوينها قاعدة الثايمين
توقيت الحدوث	تتم هذه العملية قبل أن تبدأ الخلية في الانقسام.	تتم هذه العملية باستمرار ولا ترتبط بانقسام الخلية.
الناتج النهائي	المحصلة النهائية لهذه العملية تعطي جزيئين DNA كاملين.	المحصلة النهائية لهذه العملية شريط مفرد من mRNA يحمل شفرات الأحماض الأمينية.

 عمليتي النسخ والترجمة في أوليات وحقيقيات النواة

	عملية النسخ في أوليات النواة	عملية النسخ في حقيقيات النواة
مكان الحدوث	تتم في السيتوبلازم.	تتم في النواة.
الإنزيمات المستخدمة	يوجد نوع واحد فقط من إنزيمات بلمرة RNA ينسخ أنواع RNA الثلاثة.	يوجد ٣ أنواع من إنزيمات بلمرة RNA يتخصص كل منها في نسخ أحد أنواع RNA.
كمية DNA المنسوخة	طول الجين المنسوخ يتساوي تقريبا مع طول RNA.	طول الجين المنسوخ أكبر من طول RNA.
توقيت حدوث الترجمة	تحدث عملية الترجمة بشكل سريع نسبيا حيث يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل بمجرد بنائه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ في ترجمته إلى بروتين، بينما يكون الطرف الآخر لجزيء mRNA ما زال في مرحلة البناء على DNA القالب.	تحدث عملية الترجمة بشكل بطيء نسبيا حيث لا يتم ترجمة mRNA إلى البروتين المقابل إلا بعد الانتهاء من بناء mRNA كاملًا في النواة وانتقاله إلى السيتوبلازم من خلال ثقوب الغشاء النووي.
الشكل التوضيحي	mRNA DNA سلسلة عديد ببتيد ريبوسوم	



- يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي إلى داخل النواة حيث يكون كل من rRNA وعديدات الببتيد تحت وحدتا الريبوسوم.



- يتم بناء البروتينات التي تدخل في تركيب الريبوسومات في السيتوبلازم ثم تنتقل عبر الغشاء النووي إلى داخل النواة حيث يكون كل من rRNA وعديدات الببتيد تحت وحدتا الريبوسوم.
- أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين mRNA، rRNA.
- عندما لا يكون الريبوسوم قائمًا بعمله في إنتاج البروتين فإن تحت الوحدتين تنفصلان عن بعضهما البعض وتتحرك كل منهما بحرية، وقد ترتبط كل تحت وحدة منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى.
- تحتوي وحدة الريبوسوم الكبيرة على إنزيمات خاصة تلعب دوراً في تفاعل نقل الببتيديل الذي ينشأ عنه تكوين روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها في سلسلة عديد الببتيد النامية.
- لا تستطيع الريبوسومات وحدها أن تسد حاجة الجسم من الهرمونات؛ لأن الريبوسومات مسئولة عن تخليق الأنواع المختلفة من البروتينات داخل الخلايا وليست كل الهرمونات الموجودة في الجسم بروتينية حيث توجد بعض الهرمونات التي تتكون من مواد دهنية والمعروفة بالإستيرويدات مثل هرمونات قشرة الغدة الكظرية (السكرية - المعدنية - الجنسية) بالإضافة إلى هرمونات المناسل فلا تستطيع الريبوسومات تخليق مثل هذه



تطبيقات

- في شريط mRNA توجد القاعدة النيتروجينية اليوراسيل (U) بدلًا من القاعدة النيتروجينية الثايمين (T) الموجودة في DNA.
- الكودون يتكون من ٣ نيوكليوتيدات على شريط mRNA وبالتالي يكون:

$$\text{عدد الكودونات} = \frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات mRNA}}{٣}$$

$$= \frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات شريط DNA المفرد}}{٣}$$

$$= \frac{\text{مجموع نيوكليوتيدات جزيء DNA المزدوج}}{٦}$$

- أقصى عدد من أنواع الكودونات أو الشفرات على mRNA = $٤^{٣}$ =٦٤.
- أقصى عدد من أنواع الكودونات أو شفرات الأحماض الأمينية على mRNA = ٦٤ - ٣ (كودونات وقف) = ٦١.
- أقصى عدد محتمل من أنواع مضادات الكودونات على tRNA = ٦١.
- عدد الأحماض الأمينية الناتجة من ترجمة mRNA = عدد الكودونات على mRNA - ١ (كودون وقف).
- عدد الروابط الببتيدية في سلسلة عديد الببتيد = عدد الأحماض الأمينية - ١.

ثلاثية الشفرة على DNA	الكودون على mRNA	مضادات الكودون على tRNA
TAC	AUG (كودون بدء)	UAC
ACT	UGA (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.
ATC	UAG (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.
ATT	UAA (كودون وقف)	لا يوجد مضاد كودون لكودون الوقف.

إنزيم النسخ العكسي

مكان الوجود	توجد شفرته في الفيروسات التي محتواها الجيني RNA مثل فيروس الإيدز.
الوظيفة	ضمان تضاعف الفيروسات داخل خلية العائل وذلك لاحتواء السيتوبلازم في خلية العائل على إنزيمات محللة لـRNA.
آلية العمل	تحويل المادة الوراثية للفيروس من RNA إلى DNA يرتبط بخلية العائل فلا يتحلل في السيتوبلازم لعدم وجود إنزيمات محللة لـDNA في السيتوبلازم.
التأثير على الروابط الكيميائية	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة على شريط DNA.
الشكل التوضيحي	فيروس إنزيم النسخ العكسي RNA الفيروسي DNA الفيروسي DNA الخلية mRNA تصنيع بروتينات الغلاف الخارجي للفيروس النواة خلية العائل





أهم الإنزيمات في باب البيولوجيا الجزيئية

الإنزيم	الأهمية البيولوجية	التأثير على الروابط الكيميائية
الديوكسي ريبونيوكليز	إثبات أن DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.	تكسير الروابط التساهمية والهيدروجينية وبالتالي يعمل على تحليل DNA تحليلا كاملا إلى مستوى نيوكليوتيدات مفردة.
اللولب	يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة.	تكسير الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد المتكاملة فيفصل اللولب المزدوج إلى شرائط مفردة.
بلمرة DNA	يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.
الربط	- يشارك في تضاعف DNA في أوليات وحقيقيات النواة. - إصلاح عيوب DNA. - يلعب دور هام في الهندسة الوراثية.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.
بلمرة RNA	نسخ الـDNA إلى RNA.	تكوين روابط تساهمية بين الريبونيوكليوتيدات المتجاورة.
الإنزيم المنشط لتفاعل نقل الببتيديل	يشارك في تخليق البروتين أثناء عملية ترجمة mRNA.	تكوين روابط ببتيدية بين الأحماض الأمينية وبعضها لتكوين سلسلة عديد ببتيد.
القصر	- حملية البكتيريا والكلنئلت الدقيقة من مهلجمة الفيروسات لها. - تستخدم في تجارب استنساخ تتابعات DNA.	تكسير الروابط التساهمية والهيدروجينية عند مواضع محددة على DNA تعرف بمواقع التعرف.
النسخ العكسي	- تضاعف الفيروسات التي محتواها الهيني RNA في خلية العائل. - يستخدم في تجارب استنساخ تتابعات DNA.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة.
التاك بوليمريز	مضاعفة DNA في جهاز PCR.	تكوين روابط تساهمية بين النيوكليوتيدات المتجاورة والتي بدورها تكون روابط هيدروجينية مع النيوكليوتيدات المتقابلة بشكل تلقائي.